О.Г. Аврунін, Я.В. Носова,
В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ РЕСПІРАТОРНО-ОЛЬФАКТОРНОЇ ФУНКЦІЇ

Харків 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

О.Г. Аврунін, Я.В. Носова,
В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ РЕСПІРАТОРНО-ОЛЬФАКТОРНОЇ ФУНКЦІЇ

Монографія

Харків 2021

УДК 615-47

Затверджено рішенням Науково-технічної ради
Харківського національного університету радіоелектроніки
(протокол № 2/6 від 21.02.2020 р.)

Сучасні методи діагностики респіраторно-ольфакторної функції: монографія / О.Г. Аврунін, Я.В. Носова, В.В. Семенець, В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 150 с.

ISBN 978-966-659-300-2

Розглядаються методи діагностики та інформаційні технології підтримки прийняття рішень під час визначення респіраторно-ольфакторних порушень. Наводяться основи методів досліджень функції верхніх дихальних шляхів людини. Обґрунтовуються методи обробки та аналізу риноманометричних даних під час дії різних одоривекторів для отримання додаткової діагностичної інформації щодо порушень нюху. Проведено дослідження аеродинамічних властивостей повітряного потоку в носовій порожнині на мікрорівні. Запропоновано принципи побудови апаратури та методи для доказової діагностики респіраторно-ольфакторних порушень.

Рекомендується для науковців, інженерів та медичних працівників – фахівців у галузі розробки та використання апаратури для функціональних досліджень верхніх дихальних шляхів.

Methods of diagnostics and information technologies of decision support in determining respiratory-olfactory disorders are considered. The basics of research methods of human upper respiratory tract function are given. Methods of processing and analysis of rhinomanometric data under the action of different odor vectors are substantiated to obtain additional diagnostic information on olfactory disorders. A study of the aerodynamic properties of air flow in the nasal cavity at the micro level. The principles of construction of the equipment and methods for evidential diagnostics of respiratory-olfactory disorders are offered.

Recommended for scientists, engineers and health professionals – specialists in the development and use of equipment for functional studies of the upper respiratory tract.

УДК 615-47

ISBN 978-966-659-300-2
DOI: 10.30837/978-966-659-300-2

© О.Г. Аврунін, Я.В. Носова, В.В. Семенець,
В.О. Філатов, Н.О. Шушляпіна, 2021

ЗМІСТ

Вступ 5

Розділ 1. Аналіз методів та засобів дослідження
респіраторно-ольфакторної функції 6
1.1 Особливості будови нюхового аналізатора 6
1.2 Аналіз методів дослідження респіраторно-ольфакторної функції 11
1.3 Аналіз засобів дослідження респіраторно-ольфакторної функції 16
1.4 Аналіз засобів реєстрації нюхових викликаних потенціалів 21
1.4.1 Програмно-апаратний засіб для реєстрації
нюхових викликаних потенціалів 22
1.4.2 Моделювання роботи засобу обробки
нюхових викликаних потенціалів 30
1.5 Аналіз методів медичної візуалізації в діагностиці порушень
нюхового аналізатора 34
1.6 Аналіз існуючих методів дослідження носового дихання 40
Висновки до першого розділу 47
Перелік джерел посилань до першого розділу 47

Розділ 2. Розробка моделі та методу визначення характеристик
пристінкової течії у носовій порожнині 59
2.1 Основні положення аеродинаміки носової порожнини 59
2.2 Модель руху повітря у ламінарному примежовому шарі 62
2.3 Визначення характеристик ламінарного примежового шару
у носовій порожнині 67
2.4 Визначення шорсткості слизової за даними КТ 77
Висновки до другого розділу 81
Перелік джерел посилань до другого розділу 82

Розділ 3. Розробка методу об’єктивного тестування
респіраторно-ольфакторних порушень 84
3.1 Основні положення функціональної діагностики носового дихання 84
3.2 Розробка методу тестування респіраторно-ольфакторних порушень
на основі енергетичних характеристик носового дихання 86
3.3 Розробка методу визначення порогу ольфакторної чутливості
за рахунок аналізу форми циклограм дихання 90

3.4 Оцінка точності класифікації респіраторно-ольфакторних порушень на основі застосування апарату нечіткої логіки 97
3.5 Вибір параметрів моделі нечіткого логічного висновку 105
Висновки до третього розділу 109
Перелік джерел посилань до третього розділу 110

Розділ 4. Обґрунтування апаратної частини засобу для комплексної респіраторно-ольфакторної діагностики 114
4.1 Розробка апаратної частини засобу для визначення респіраторно-ольфакторних порушень 114
4.2 Розробка конструкції одоривекторної насадки для риноманометру ТНДА-ПРХ 117
4.3 Визначення інтенсивності випаровування одоривектора під час проведення ольфактометричного дослідження 120
4.4 Формування інтегрального показника ольфакторної чутливості 126
4.5 Оцінка відтворюваності результату оцінки респіраторно-ольфакторних порушень 129
4.6 Оцінка дискримінантних характеристик розробленого методу комп'ютерної ольфактометрії під час визначення респіраторно-ольфакторних порушень 131
4.7 Особливості синусоназальної дизосмії, що асоційована з COVID-19 134
4.8 Формулювання медико-технічних вимог та рекомендацій під час розробки засобів тестування респіраторно-ольфакторних порушень 136
Висновки до четвертого розділу 137
Перелік джерел посилань до четвертого розділу 138

Висновки 147

ВСТУП

Порушення нюху відіграє важливу роль в процесі діагностики захворювань носа і носової порожнини, а також є індикатором якості лікування та післяопераційного втручання, реабілітації пацієнтів з різними травмами носа. Блокування проходження повітряного потоку з одоривектором у порожнині носа внаслідок різних порушень є дуже складною проблемою сучасної лор-діагностики. Для загальної клінічної оцінки стану носа інформація про стан нюху, безумовно, необхідна. Нюхова дисфункція різного ступеня спостерігається при гострому, алергічному, вазомоторному ринітах, синуситах, аденоідітах, поліпах носа, пухлинах носа і навколоносових пазух, інфекційних гранульомах та інших захворюваннях. Практично під час всіх захворювань порожнини носа, що протікають з обструкцією її просвіту, що перешкоджає надходженню повітряного потоку і запахів до нюхової епітелію, страждає нюхова функція, яка сприяє запуску різних поведінкових реакцій. На цей час не існує доказових об'єктивних інструментальних методів діагностики дихально-нюхальних порушень, а дослідження дихальної та нюхальної функції виконується різними методами відокремлено один від одного. Однак, своєчасне виявлення порушень нюхової функції може сприяти ранній діагностиці різних захворювань, зокрема, пов'язаних з порушеннями носового дихання. Аналіз досліджуваної проблеми показав, що під час діагностики дихально-нюхальних порушень та відповідного комп'ютерного планування ринологічних втручань необхідно застосовувати методи, що об'єднують функціональні результати дослідження носового дихання та дані комп'ютерної томографії, які дозволяють виявляти локалізацію патологічного процесу. Слід враховувати попередні дослідження аеродинаміки носової порожнини, які дозволили встановити режими течії повітря та діючі перепади тиску та витрати повітря за різних режимів дихання, але не проводилися дослідження характеристик повітряного потоку на мікрорівні для вивчення його патологічного впливу на слизову оболонку носової порожнини. Тому, доцільним є створення методів і засобів для комплексного дослідження дихально-нюхальної функції на основі комплексування даних риноманометрії та ольфактометрії, що дозволить доказово визначати порушення нюху на основі досліджень характеристик повітряного потоку через носову порожнину в ході дії відповідних одоривекторів, а також визначити характеристики ламінарного межового шару повітряного потоку та співвідношення його товщини до величини неоднорідностей слизової оболонки за різних режимів дихання.

Шушляпіна Н.О. є одноосібною авторкою підрозділів 3.2, 3.3, 4.6 та 4.7. Інші розділи написані колективом у співавторстві.